

PLM 통신기반 선박용 LMS 구현

임현정 · 양현숙 · 김건우 · 백영진 · 김윤식* · 이성근†

(원고접수일 : 2006년 11월 28일, 심사완료일 : 2007년 2월 6일)

Implementation of Lamp Monitoring System(LMS) for Ship Based on PLM

Hyun-Jung Lim · Hyun-Suk Yang · Kun-Woo Kim · Young-Jin Baek · Yoon-Sik Kim* · Sung-Geun Lee†

Abstract : This paper describes the implementation of control and monitoring system of ship's lamps at local area using power line communication method, power line modem(PLM). We design modem, microprocessor interface for electric power control by frequency control and analog to digital signal conversion, lamp device.

PLM communication is very economical using existing electric power line unlike RS-232, RS-485 communications. We verify and confirm by experimental work that control and monitor lamp system for ship by an PLM communication.

Key words : PLM(전력선 모뎀), Microprocessor(마이크로프로세서), Frequency control(주파수 제어)

1. 서 론

사람이 거주하는 많은 공간에는 평상시 사용하는 일반 조명장치와 비상조명시설(조명 및 유도등)을 하고 있다. 화재나 다른 재해가 발생하여 주 전원이 끊어져 일반 조명을 사용할 수 없을 때를 대비하여 비상출입구 주변이나 지하통로 등에 유도등과 같은 비상조명시설을 하고 있다. 이와 같은 조명시스템은 그 동작상태를 항시 감시하여 문제점을 사전에 파악하여 수리가 이루어져야 한다. 일반적으로 조명시스템은 당직자가 순회하며 점검하는 방식으로 관리하고 있으며, 점검을 위해서 일반적인 측정 장비로 정보를 얻게 되어 시스템 상태를 정확

히 파악할 수 없어 고장을 미연에 방지하지 못하는 경우가 있다.

본 논문에서는 선박에 설치된 많은 조명의 상태를 순회하면서 확인하고 점검하는 방식 대신에 관리용 PC에서 현장에 있는 조명의 정보를 감시할 수 있는 시스템을 구성하고자 한다.

감시시스템 구현을 위한 통신방법으로는 통신을 위한 케이블의 증설을 별도로 설치하지 않고, 기존 기기의 전력선(Power line)으로 사용하고 있는 전선에 송·수신 데이터를 실어 전송하는 전력선 모뎀(Power line modem)을 사용하였다.

특히, 선박에는 자기적으로 결합된 변압기들이 좁은 공간속에 배치되어 있어 송·수신 데이터가 감쇄될 수 있고, 좁은 공간속에 집중적으로 기기를

† 교신저자(한국해양대학교 전기전자공학부), E-mail : sglee48@hhu.ac.kr, Tel:(051)410-4821

* 한국해양대학교 전기전자공학부

접속하기 위하여 전력선을 곡선형으로 배치하였기 때문에 육상에서의 시험전력선의 길이는 상대적으로 매우 길게 설계하여야 한다.

본 논문에서는 3 조의 형광램프로 구성된 시험용 조명시스템을 제작하여 한국해양대학교 실습선인 한나라호의 기존 전력선(형광램프 수십 개와 소형 전기기기들이 접속되어 있는 단일층의 거주구역 내에 있는 전압 115V, 길이 100m 구간)을 이용하여 전압레벨 115V일 때(정상상태)와 105V일 때(부하변동을 순간적으로 조절할 때)의 전력선 데이터통신에 의한 모니터링을 수행한다.

조명의 전원 공급선을 통신선으로 활용하면 설계변경에 따른 대처가 유연하고, 시스템의 통합 관리에 유리할 수 있으나, 여러 가지 신호가 겹쳐서 데이터 오류가 일어날 수 있다.

전력선 통신은 크게 22 kV의 고압 송전망을 이용하는 방식과 110V/220V급의 일반 수용가 전력망을 사용하는 방식으로 구분되며, 1998년까지 저속 데이터를 전송하여 제어 또는 자동화를 위한 특별한 용도로만 사용되어 왔으나 1999년 들어 본격적으로 중·고속 데이터 통신의 검증이 진행되고 있다⁽¹⁾⁻⁽³⁾.

2. LMS 구성

2.1 하드웨어

Fig. 1은 선박의 전력선을 이용한 데이터 통신을 통하여 선박의 조명상태(전류, 전압, 고장 유무 등)를 모니터링 하기 위한 제어 블록도이다. 이 제어 블록도는 크게 중앙 제어부와 조명장치부로 나눌 수 있고, 중앙제어부(CCP)는 관리용 PC와 전력선 모뎀으로 구성되어지며, 조명장치부는 조명전원장치와 전력선모뎀, 마이크로프로세서로 구성된다. 선박내의 대부분의 장소에 조명전원장치가 설치되어 있고, 원거리에서 조명등의 상태를 모니터링 하기 위한 통신용 소프트웨어를 내장한 중앙제어부가 제어실에 설치되며, 이러한 다수의 조명전원장치를 전력선 통신을 이용하여 원격으로 제어하기 위해서 시스템 고유의 ID를 가지게 된다.

전원장치의 전력제어는 인버터에 가해지는 펄스

의 주파수 조절에 의해 이루어지고, 그 입력 단에는 직류전류(램프전류)를 측정하기 위하여 전류센서를 접속하였으며, 램프출력 단에는 램프의 양극전압을 얻기 위한 승압용변압기(1차 축 인덕턴스는 1.9mH 이고, 1차 및 2차측 권수비는 1:20임)를 삽입하였다. 램프의 소비전력은 20W, 양극전압은 70V이며, 점화 전의 양극전압은 약 170V이다⁽⁴⁾⁻⁽⁶⁾.

조명회로의 상태 제어 및 변경 등은 마이크로프로세서에서 제어하나, 통신을 통한 제어를 위해, 조명제어에는 프로그램 의존도를 최대한 낮추었다.

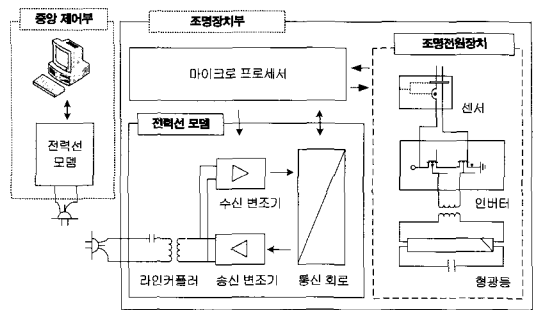


Fig. 1 Blockdiagram of overall control system

2.2 소프트웨어

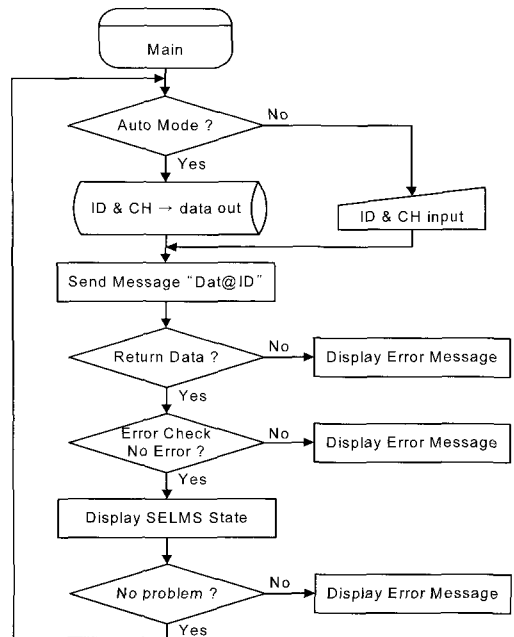


Fig. 2 Flowchart for monitor of central control part

선박의 많은 조명장치들을 제어하기 위해 전력선 모뎀을 선택하였으나, 이는 쌍방향 통신에 어려움이 따른다. 따라서 시분할 통신 방법을 사용하여, 중앙제어부에서 요청이 있을 때, 할당된 시간 안에 선박조명시스템에서 정보를 전송하는 방식을 채택하였다.

Fig. 2는 중앙제어부의 감시 프로그램 순서도이다. 각 시스템은 ID와 설치장소에 따른 중요도(CH)를 설정하게 되고, 할당된 ID에 요청이 있을 시 자신의 정보를 전송하게 된다.

파일에 저장된 정보로 얻어진 ID와 CH을 통해, 모니터링 어플리케이션에 추가된 카운터 타이머에 설정된 주기 마다 한번씩 정보를 요청하게 된다.

정보 요청이 있었으나 선박조명시스템에서 데이터가 들어오지 않을 경우, 통신 모뎀 및 라인의 이상으로 예상하여 사용자의 정비를 요청한다.

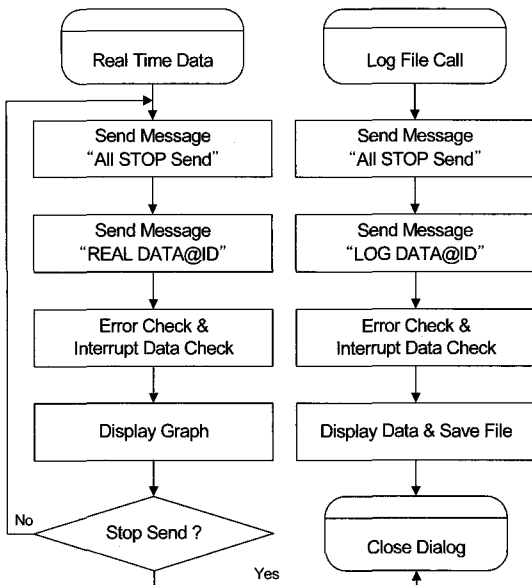


Fig. 3 Flowchart for real time information request of central control part

Fig. 3은 조명의 실시간 전송정보나, 지난 상황에 대한 전체 정보를 얻기 위한, 정보 요청시의 블록도이다. 지정된 조명시스템에서 지속적으로 정보를 보내게 되므로 통신선로상의 다른 조명시스템에서 오작동이 일어날 수 있으므로, 지정된 조명시스

템이외의 모든 장치에 정보 전송 불가 명령을 보내게 된다.

Fig. 4는 조명장치부의 마이크로프로세서 통신 상태 순서도이다. 마이크로프로세서는 중앙제어부인 모니터링 어플리케이션에서 보내온 명령에 따라 램프를 제어하고 상태를 전송한다. 조명을 제어하는 명령에 따라 ON/OFF 및 조광제어가 이루어지며, 상태를 전송하라는 명령에 따라 전압, 전류, 배터리 전압 등을 전송한다.

그리고 일정한 주기로 조명상태를 저장해 두었다가 중앙제어부의 명령에 따라 전송한다.

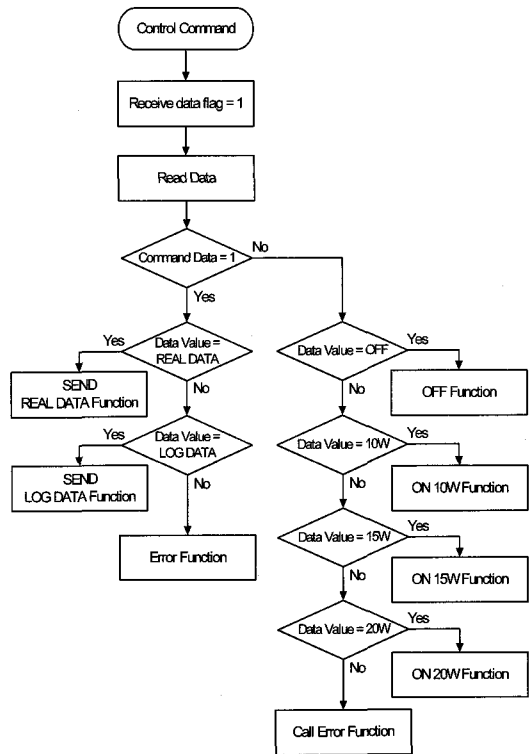


Fig. 4 Flowchart for monitor of microprocessor part

2.3 PLM 구성

2.3.1 송신부

우리나라에서는 현행 국내법상으로는 전파법시행령 제46조에서 전력선을 이용한 통신설비에 대해 주파수 9kHz~30MHz, 송신설비의 고주파출력 10mW 이하로 규정하고 있으며, 누설전계강도에

대해서는 무선설비규칙에서 별도의 규정을 두고 있다. 통신 방식으로는 구현이 비교적 쉽고 회로 구성이 간단한 주파수변조 방식인 ASK방식을 이용하였다. 송신 펄스 트랜스는 고역통과 필터 역할과 신호를 전력선(Power line)에 결합시키는 두 가지 역할을 수행하며, 임피던스를 최소로 하여 감쇄 없이 신호가 전력선에 실리도록 설계되어야 한다.

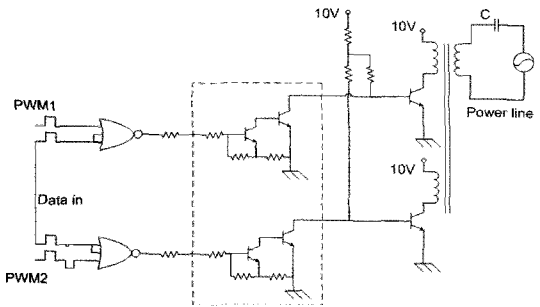


Fig. 5 Transmitting circuit

송신 트랜스의 2차 측 전류증폭을 위해 송신트랜스의 입력단에는 2조의 변압기를 병렬로 접속하였고, 각 변압기의 입력단에는 각각 동일한 반송신호가 입력되도록 구성하였다.

송신 펄스트랜스의 캐패시터 C와 펄스 트랜스 1차 인덕턴스 L은 송신주파수를 고려하여 각각 0.01 μF , 8.6 μH 로 설계하였다. 전압의 승압은 동조회로의 변압기 부분에서 권수비를 1:6 비율인 135 μH 로 설정하여, 2차 측에 알맞은 전압을 전송하도록 하였다. 순간적인 임펄스성 잡음이 생성하는 높은 전압은 송수신 회로부에 영향을 주게 된다. 따라서 변압기 2차 측에 다이오드를 이용하여 높은 임펄스 전압의 영향을 줄일 수 있도록 과전압 방지회로를 구성하였다.

2.3.2 수신부

Fig. 6은 수신부의 회로이다. 전력선 통신 시스템의 수신회로는 펄스 트랜스를 이용하여 필터회로가 구성된다. 일반 가정용 전압의 정격 주파수는 60Hz이기 때문에 전력선 데이터 외의 신호는 시스템에 인가되지 않아야 한다. 그래서 본 논문에서 200kHz의 송신 주파수만 안정적으로 통과하도록 수신부 1차 측은 하이패스필터, 2차 측은 밴드패스

필터로 구성하였다. 일반적으로 하이패스필터는 저주파를 차단하여 고주파의 송신 주파수만 통과시켜 수신 할 수 있으나, 예상하지 못하는 고조파 잡음, 임펄스 잡음 등이 발생하기 때문에 밴드패스필터와 잡음제거 필터를 사용하여 신뢰성을 높였다. 밴드패스필터는 필터를 이중으로 설계하여 원하는 주파수만 통과하도록 대역폭을 조정하고, 잡음제거 필터는 전력선회로의 마이크로프로세서가 수신내용의 잡음의 영향으로 생긴 에러를 체크하여 에러를 줄이는 전압 신호를 내보내어 잡음에 강한 필터를 설계할 수 있도록 하여 통신 안정성을 높이도록 하였다.^{(6),(7)}

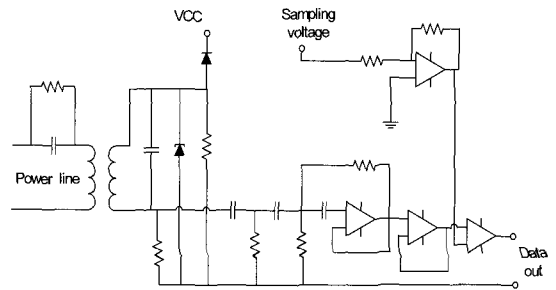


Fig. 6 Receiving circuit

전압의 승압은 동조회로의 변압기 부분에서 권수비를 1:3 비율로 하고 1차와 2차 측 인덕턴스는 각각 30 μH , 90 μH 로 설정하여 2차 측에 알맞은 전압을 전송하도록 하였다. 그 결과 반송주파수 200kHz이상의 주파수가 통과하고 밴드패스필터를 연결하여 200kHz만을 통과하도록 하였다.^{(6),(7)}

선박의 특성상 자가발전으로 만들어진 전기를 배의 각 층마다 송전하며, 변압기에 의해 분전하는 경우가 있다. 이때 사용되는 변압기는 60Hz의 전압만 전달하는 특성을 가지고 있기 때문에 그 외의 주파수인 반송주파수는 변압기를 통과하지 못하게 된다. 또한, 송·수신시에 1,2차 측 전압이 서로 다른 변압기를 이용하는 경우에는, 일반적으로 고압 측과 저압 측의 각 단을 서로 결선하고, 다른 쪽 단끼리는 캐패시터를 접속하여 통신한다.

2.3.3 통신제어부

Fig. 7은 전력선 모뎀 수신부 제어 순서도이다.

마이크로프로세서가 데이터를 체크하게 된다. 중앙 제어부(PC)에서 보낸 데이터가 전력선을 거쳐 조명시스템의 수신부에 도착하면, 수신된 데이터의 오류를 체크하여 정확한 데이터를 수신 받아 조명 제어를 하게 된다. 데이터오류를 체크하기 위해 데이터 CRC(Cyclic redundancy checks)를 사용하였다. 데이터를 받으면 데이터의 헤더를 체크하고 CRC표와 조합에 의한 체크바이트를 통신 규칙에 맞는지 체크하여 확인하게 된다.

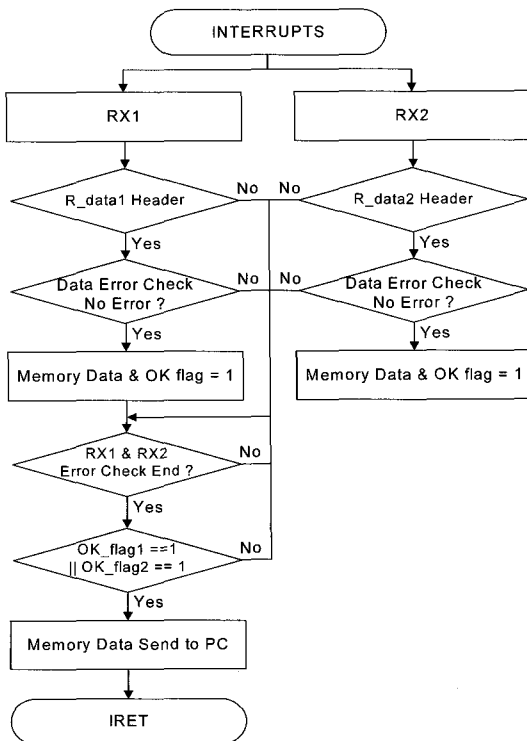


Fig. 7 Flowchart for communication control part

3. 실험 및 결과고찰

3.1 실험장치

Fig. 8은 본 논문에 사용한 전체 실험장치이다. 크게 변압기의 데이터 통과특성을 체크하기 위한 변압기 부와, 중앙 제어부에서의 통신을 전송하기 위한 전력선 모뎀 부, 수신용 모뎀 및 형광등부로 구성되어있다.

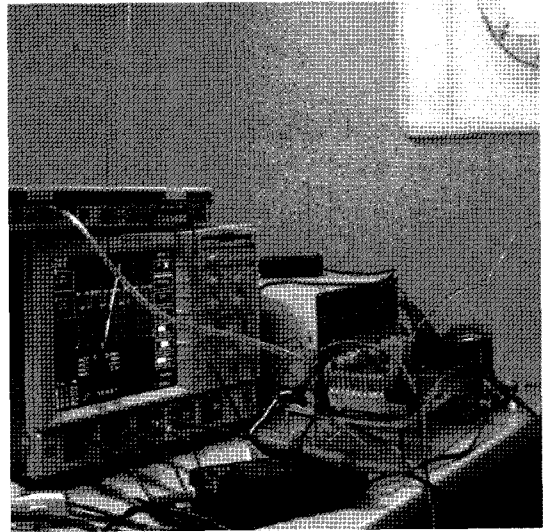


Fig. 8 Experimental device

조명장치부는 마이크로프로세서부, 인버터부, 전력선통신부, 메인컨트롤러부로 구성된다. 실험용 부하는 20W용 형광램프를 사용하였다. 전력선통신부 라인커플러에는 페라이트 코어를 이용한 변압기가 사용되었다. 낮은 와전류손실 때문에 고주파(10kHz 이상)에서 사용되어지는 코어이다. 전류프로브(TM503A), 오실로스코프(LT344)를 사용하여 실험하였다.

3.2 모니터링

Fig. 9는 모니터링 프로그램의 메인화면을 보여준다.

Visual C++를 이용하여 모니터링 화면을 구성하였다⁽⁸⁾.

선박 내부의 상태를 평면도 형식으로 보여주고 있으며, 원하는 위치의 조명을 클릭하면 선택된 조명의 현재 상태와 전압, 전류, 전력 등의 값이 표시되고, 본 논문에서는 단일층에서만 3조의 형광램프를 구성하여 각 램프 구동시에 과전류, 저전류 등의 문제가 발생되면 화면에 경고 메시지가 나타나도록 하였다.

화면의 하부에는 시리얼 통신을 활성화시키기 위한 시리얼통신 설정부와 각종 설정을 위한 선택부, ID와 CH등을 입력하기 위한 입력부로 나뉘지며, 지나간 정보가 요청이 되면 조명시스템에 정보요청

명령을 내리게 되고, 보내온 정보를 시간 순으로 정렬하여 보여주게 된다.

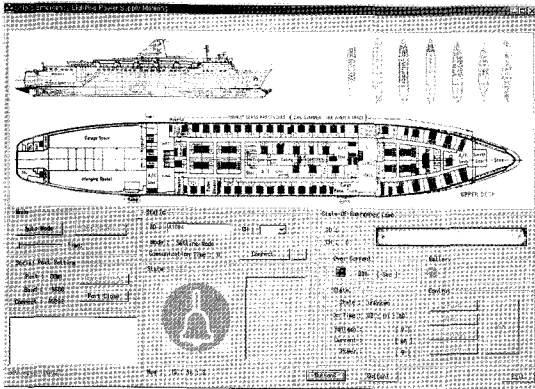


Fig. 9 Monitor screen

3.3 실험파형

Fig. 10은 일정부하가 걸려있는 정상상태(전원 전압은 115V이고, 주파수는 60Hz임)에서의 송신 데이터와 전력선 라인에 실려 있는 합성파를 나타낸 파형이다. 합성파는 200kHz의 반송파와 송신 데이터를 합성한 것이며, 위로부터 송신 데이터, 전력선 라인에 실린 합성파형이다.

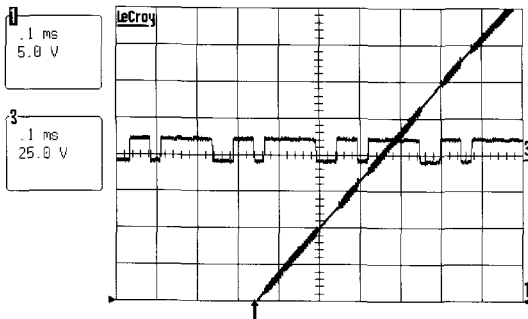


Fig. 10 Transmitting data in power line at steady state(AC115V) (Ch3:Transmitting data in PC side(5V/div.), Ch1:Composition data in power line(25V/div.))

Fig. 11은 정상상태에서의 수신 상태를 알아보기 위한 파형으로서 위로부터 115V의 상용전원과 수신파형을 보이고 있으며, 양호한 수신 상태를 나타내고 있다.

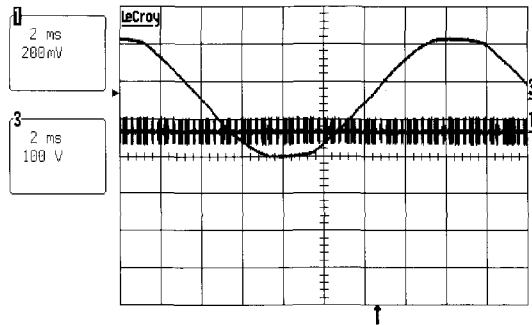


Fig. 11 Receiving data in power line at steady state(AC115V)(Ch3:Power line(100V/div.), Ch1: Receiving data(200mV/div.))

Fig. 12는 정상상태로 운전 중에 3 대의 라이프 보트(Life boat)를 운전하여 선로전압 105V인 상태(B 지점)에서의 송·수신 상태를 알아보기 위한 실험파형으로서 정상상태의 전달특성과 동일한 상태를 나타내고 있다. Fig. 10, 11, 12의 실험은 안정한 통신을 위해, 통신 속도 9600bps로 정하였고, 수십 대의 형광램프가 접속된 100m의 부하 전력선을 사용하였다.

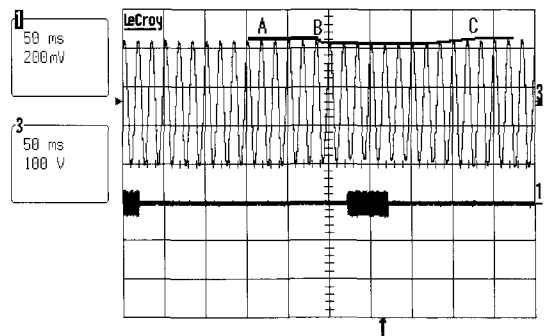


Fig. 12 Receiving data when load increased(B point, AC105V) (Ch3:Power line(100V/div.), Ch1:Receiving data(200mV/div.))

Fig. 13은 두 조명장치에게 데이터를 요청하고, 각각의 부여된 ID에 맞는 명령을 받았을 때 해당 데이터를 전송하는 파형이다. 가운데 파형이 데이터 요청파형이고, 위와 아래 파형이 해당 기기에서 전송되어 온 데이터 파형이다.

맨 처음 요청펄스(위에서 두 번째 파형의 맨 처

음 펄스)의 응답파형(맨 아래의 첫 번째 파형) 사이의 전송 지연시간은 약 80ms가 된다. 두 번째 요청 펄스(위에서 두 번째 파형의 두 번째 펄스)의 응답 파형(맨 위 첫 번째 펄스)도 역시 약 80ms가 된다.

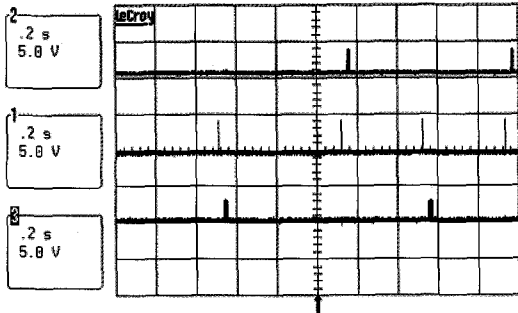


Fig. 13 Waveforms of multi communication

4. 결 론

본 논문에서는 전력선 통신을 이용한 선박내의 조명시스템의 모니터링을 구현하였다.

3 조의 형광램프로 구성된 시험용 조명시스템을 제작하여 한국해양대학교 실습선인 한나라호의 기존 전력선(형광램프 수십 개와 소형 전기기기들이 접속되어 있는 거주구역 내에 매설된 길이 100m의 전력선)을 대상으로 수행한 결과 양호한 실험결과를 얻을 수 있었다. 또한, 라이프 보트용 윈치를 순간적으로 사용하여 순간적인 전압 왜곡을 일으켜 전원전압이 115V에서 105V로 감소된 상태에서도 원활한 데이터 통신이 수행됨을 확인하였다.

향후에는 거주구역 외에서 다양한 부하특성에 따른 통신실험이 이루어져야할 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 박종윤, 장목순, “주파수 직접복산(DS-SS) 기술을 이용한 전력선 통신 모델의 개발”, 대한전기학회논문지, Vol.47, No. 7, pp.1023-1030, 1998.
 [2] 김용태, “전력선 통신(PLC)을 이용한 난방기기 제어 및 인터넷을 이용한 원격제어 시스템의 개발”, 공주대학교 대학원석사학위논문, pp.3-18, 2002.

[3] 임재웅, “전력선 통신을 이용한 전력 절약기기 시스템 개발에 관한 연구”, 공주대학교 대학원 석사학위논문, pp.10-33, 2003.
 [4] 전자기술연구회, “전원회로설계마스터”, 「기사사」, pp. 137-461, 2003.
 [5] 김희준, “스위칭전원의 기본 설계”, 「성안당」, pp.35-253, 2004.
 [6] 박종현, 주병훈, “전력선 통신용 라인커플러의 개발”, 정보통신 논문지, 제5집, pp.126-130, 2001.
 [7] 신일식, “전력선 통신을 이용한 가정용 원격 검침 시스템에 관한 연구”, 한국해양대학교 대학원 석사학위논문, pp. 8-13, 2004.
 [8] 김용섭, “Visual C++ 6 완벽가이드”, 「(주)영진닷컴」, pp. 619-714, 2004.

저 자 소 개



임현정(林玼廷)

1982년 11월생, 2005년 한국해양대학교 전기전자공학부 졸업, 2007년 동 대학원 졸업(석사)



양현숙(梁鉉淑)

1982년 11월생, 2005년 한국해양대학교 전기전자공학부 졸업, 2007년 동 대학원 졸업(석사), 2005.1~현재 (주)펜타텍 근무



김건우(金健佑)

1980년 1월생, 2005년 한국해양대학교 전기전자공학부 졸업, 2007년 동 대학원 졸업(석사), 2007.3~현재 삼성 중공업(주) 근무



백영진(白榮珍)

1982년 9월생, 2007년 현재 한국해양대학교 전기전자공학부 재학 중



김윤식(金潤植)

1955년 4월생, 1977년 한국해양대학교 기관공학과 졸업, 1979년 동 대학원 졸업(석사), 1986년 동경공업대학 대학원 졸업(석사), 1989년 동 대학원 졸업(박사), 1999년 12월-2001년 2월 미국 University of Colorado 방문교수, 현재 한국해양대학교 전기전자공학부 교수



이성근(李成根)

1959년 1월생, 1983년 한국해양대학교 기관공학과 졸업, 1990년 동 대학원 졸업(석사), 1998년 동 대학원 졸업(박사), 1992년 3월-1998년 8월 대덕대학 제어계측과 조교수, 1998년 9월-현재 한국해양대학교 전기전자공학부 부교수